

Г. Р. Сафиуллина, А. М. Зиганшин

Казанский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Казань

safiullina26@mail.ru, amziganshin@kgasu.ru

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ТЕЧЕНИЯ В СИММЕТРИЧНОМ ТРОЙНИКЕ НА СЛИЯНИЕ – РАВНОСТОРОННЯЯ ГЕОМЕТРИЯ

Проведено численное моделирование течения в вытяжном симметричном тройнике со всеми каналами, имеющими одинаковые размеры. Исследованы основные модели турбулентности, выявлена наиболее адекватная, хотя при этом отношении расходов результаты отличаются от экспериментальных, что требует дальнейших исследований.

Ключевые слова: численное моделирование, валидация компьютерной модели, течение в тройнике.

G. R. Safiullina, A. M. Ziganshin

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

COMPUTER MODEL OF FLOW IN A SYMMETRIC JUNCTION TEE – EQUAL SIDED DESIGN

A numerical simulation of the flow in a symmetrical exhaust tee with all channels having the same dimensions is carried out. The main turbulence models are investigated, the most adequate one is revealed, although for this flow rate, the results differ from experimental ones, and it requires further research.

Keywords: numerical modeling, validation of computer models, flow in a tee.

В работе приводятся результаты компьютерного моделирования течения в симметричном равностороннем тройнике на слияние, с целью определения очертаний вихревых зон (ВЗ), возникающих при срыве потока внутри тройника. Далее эти очертания будут использованы при разработке энергоэффективного тройника со

сниженным сопротивлением. Такое усовершенствование фасонных деталей приводит к снижению сопротивления без увеличения габаритов и усложнения технологии изготовления [1–3] и может быть использовано при реконструкции существующих вентиляционных систем [4]. Задача решается в двумерной турбулентной постановке при помощи программного комплекса *Ansys Fluent*. Геометрические размеры (рис. 1): ширина каналов $b = 0,1$ м, длина магистрального участка тройника $l_C = 4$ м ($l_C/b = 40$), длина боковых каналов $l_B = 1$ м ($l_B/b = 10$). Там же показаны линии тока течения при равных расходах в боковых ответвлениях.

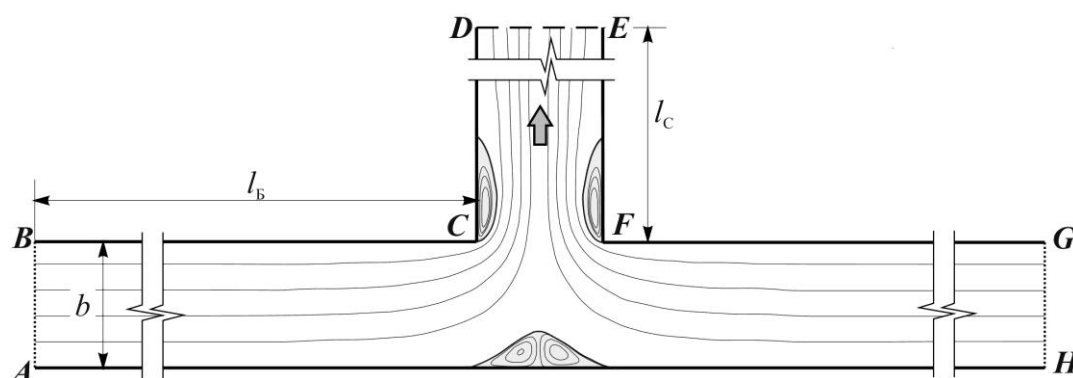


Рис. 1. Геометрия тройника и линии тока течения

На рис. 1 буквами обозначены границы: **AB** и **GH** – граничное условие «*Pressure Inlet*», которое моделирует свободные границы с атмосферным давлением; **DE** – граница с заданной скоростью всасывания 40 м/с ($Re = 23500$). Проверяется возможность использования двух моделей турбулентности: «стандартная» $k-\varepsilon$ модель (*SKE*) и модель Рейнольдсовых напряжений (*RSM*) и двух способов пристеночного моделирования – «стандартные пристеночные функции» (*SWF*) и «расширенное пристеночное моделирование» (*EWT*). На первом этапе проводилась проверка на сеточную сходимость – начальную более грубую сетку, последовательно измельчали (адаптировали): по области (4 этапа) и затем вдоль границ (7 этапов). На каждом этапе определялся коэффициент местного сопротивления (КМС) и безразмерный параметр y^* (*SWF*) или y^+ (*EWT*), характеризующий разрешенность сеткой пограничного слоя, и построена зависимость – рис. 2,

показывающая «сеточную сходимость» и влияние используемых моделей.

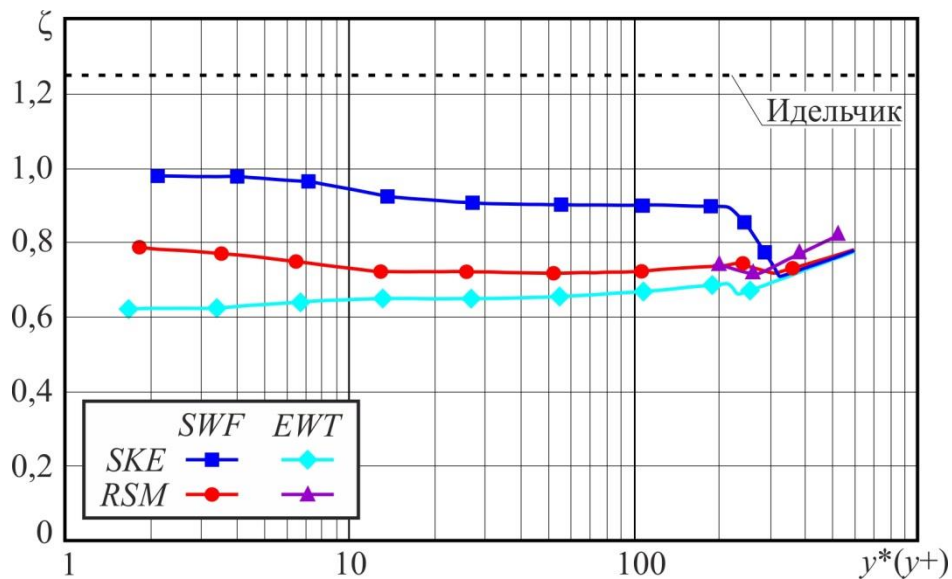


Рис. 2. Изменение КМС при измельчении сетки для разных моделей

Несмотря на то, что более близкое к значению из справочника [5] значение КМС получается при использовании сочетания моделей *SKE SWF*, это сочетание показывает увеличение КМС при малых y^+ . Аналогичный характер изменения КМС наблюдается и для сочетания *RSM SWF*, а для *RSM EWT* итерационный процесс решения перестал сходиться при $y^+ = 230$. Для сочетания *SKE EWT*, характерна слабая зависимость КМС от размеров ячеек.

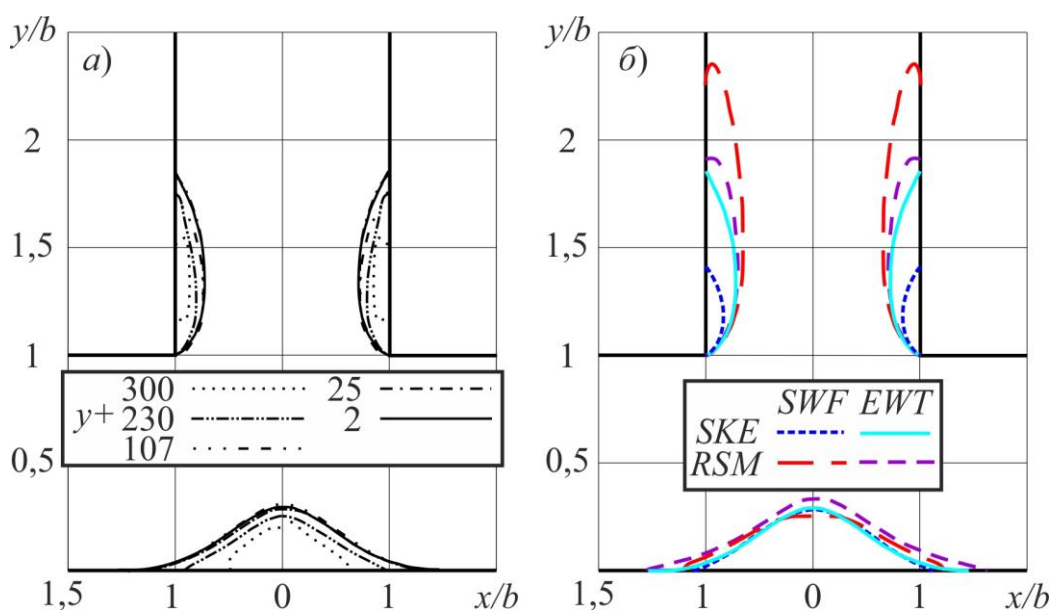


Рис. 3. Очертания ВЗ: а) при адаптациях расчетной сетки; б) для разных моделей

На рис. 3а показано изменение очертаний вихревых зон (ВЗ) при измельчении сетки (для сочетания моделей *SKE EWT*). Видно, что очертания ВЗ, при уменьшении до $y^+ < 20$ практически неотличимы друг от друга, что также подтверждает «сеточную сходимость». На рис. 3б показаны очертания, полученные для последних адаптаций у всех исследованных сочетаний моделей. Видно, что ВЗ, полученные с использованием модели *RSM*, имеют нефизичные очертания в области замыкания на стенке. Поэтому сочетание моделей *SKE EWT* принимается как окончательное. Полученное при этом значение КМС при отношении расходов на боковом ответвлении к расходу в магистрали $G_B/G_C = 0,5$ составил 0,63, что существенно ниже значения, приведенного в [5] – 1,25, поэтому необходимо продолжить исследование и определить потери давления для других соотношений расходов.

Список использованных источников

1. Зиганшин А. М., Бадыкова Л. Н. Численное моделирование течения в профилированном вентиляционном тройнике на слияние // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2017. № 6. С. 41–48.
2. Зиганшин А. М., Озеров А. О., Солодова Е. Э. Численное исследование течения в П-образном отводе и снижение его сопротивления // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2019. № 1. С. 82–93. doi: 10.32683/0536-1052-2019-721-1-82-93
3. Зиганшин А. М., Наумов Т. А. Повышение энергоэффективности вентиляционного фасонного элемента в виде внезапного расширения // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2019. № 6. С. 53–65. doi: 10.32683/0536-1052-2019-726-6-53-65.
4. Соединительный фасонный элемент с профилирующими вставками : пат. 2604264 Рос. Федерация : МПК F16L 43/00, МПК F16L 25/14 / Зиганшин А. М., Алещенко И. С., Зиганшин М. Г. и др. ; заявитель и патентообладатель: Казанский гос. арх.-строит. университет. №. 2014137755/06 ; заявл. 17.09.14; опубл. 10.12.16, Бюл. № 34. 13 с.
5. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / под ред. М. О. Штейнберга. – 3-е изд., перераб. и доп. М. : Машиностроение, 1992. 672 с.